

Incidencia de las termitas en árboles pertenecientes al ecosistema de manglar en playa El Retén, provincia de Herrera

Incidence of termites in trees belonging to the mangrove ecosystem in El Reten beach, province of Herrera

Maritzel Ríos¹, Génesis Huertas¹, Rodney Delgado Serrano^{2, 3, *}

¹Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil, Centro Regional de Coclé, Universidad Tecnológica de Panamá, ²Facultad de Ciencias y Tecnología, Centro Regional de Coclé, Universidad Tecnológica de Panamá, ³Observatorio Astronómico de Panamá, Centro de Investigación e Innovación Eléctrica, Mecánica y de la Industria (CINEMI), Universidad Tecnológica de Panamá.

Resumen Los manglares son bienes litorales cruciales para el desarrollo socioeconómico. Gran parte de los seres humanos habitan en zonas costeras y muchas de estas sociedades subsisten de estos recursos. También son fuente de productos pesqueros y lugares para la fomentación del ecoturismo. Esta investigación trata sobre la incidencia de las termitas en los árboles que conforman el ecosistema de manglar en playa El Retén, con el fin de tener una primera aproximación de la población existente del mencionado insecto en el lugar. Nuestro principal objetivo fue examinar cada árbol, evaluando la presencia o no de las termitas, mediante observaciones meticulosas y consecuente clasificación. Se realizaron campañas de medición en el área de estudio en noviembre 2018, abril 2019, agosto 2019 y septiembre 2019. Se encontró que el porcentaje de árboles habitados por el comején en las cuatro etapas del estudio fue de 26%, 14%, 20% y 22%, respectivamente.

Palabras clave Costas, mangle, playa, termitas.

Abstract Mangroves are coastal assets crucial to socio-economic development. Many human beings live in coastal areas and many of these communities subsist on these resources. They are a source of fishery products and places for the promotion of ecotourism. This paper provides information about the incidence of termites in the mangroves that make up the mangrove ecosystem in El Reten beach, to provide a first approximation of the existing population of the afore-mentioned insect in El Reten beach. Each tree was examined by evaluating the presence or absence of termites throughout meticulous observations and consequent classification. Visits were made to the area of study in November 2018, April 2019, August 2019, and September 2019. The percentage of trees found to be inhabited by the termites in the four stages of the study was 26%, 14%, 20% and 22%, respectively.

Keywords Coast, mangrove, beach, termites.

* Corresponding author: rodney.delgado@utp.ac.pa

1. Introducción

Generalmente conocidos como comején, las termitas son insectos sociales caracterizados por vivir en agrupaciones adiestradas llamadas colonia. Dentro de éstas, se desarrollan por castas, es decir, sectores de individuos cuyos rasgos físicos no son similares entre sí y ejecutan tareas específicas [1]. El comején se alimenta de materia vegetal, especialmente de la madera [1], no obstante, se ha observado el consumo de tejido verde de plantas, los cuales tiene capacidad para digerir debido a una relación simbiótica entre un conjunto de bacterias y protozoarios intestinales [2]. Dependiendo de la especie, algunas construyen nidos (termiteros) en las copas de los árboles y otras prefieren la madera húmeda que esté en proceso de descomposición o troncos secos. También existen especies

que edifican montículos enormes sobre la superficie terrestre u otras que los hacen de forma subterránea [1].

Las termitas se encuentran entre los grupos de insectos más exitosos de la Tierra y colonizan la mayoría de las masas terrestres, excepto la Antártida. Sus colonias varían en tamaño desde unos pocos cientos de individuos hasta enormes sociedades con varios millones de individuos. Las reinas de termitas tienen la vida útil más larga de todos los insectos del mundo, con algunas reinas que viven entre 30 a 50 años. A diferencia de las hormigas, que se someten a una metamorfosis completa (es decir, pasan por cuatro etapas de desarrollo: huevo, larva, ninfa, y adulto), cada termita individual pasa por una metamorfosis incompleta que se desarrolla a través de las etapas de huevo, ninfa y adulto. Las colonias se describen

como superorganismos porque las termitas forman parte de una entidad autorreguladora: la propia colonia [3].

En vista de sus tendencias alimenticias y la gran magnitud a la que pueden llegar sus colonias, el comején, puede llegar a ser un problema donde exista abundancia de material rico en celulosa, su principal fuente de alimento. En los últimos años se han establecido como plagas (especialmente agrícolas) alrededor del mundo, principalmente en lugares con alta temperatura y humedad. Sus consecuencias en las plantas o árboles varían según el tamaño de la infestación y van desde la disminución en el rendimiento hasta la muerte de la planta o árbol. Las agresiones pueden llegar a ser internas, al causar la ruptura de los vasos conductores alimenticios de los árboles, o externas, al eliminar la corteza de los troncos y ramas dando acceso a enfermedades [1].

Debido a la existencia de las termitas en los árboles de las costas del ecosistema de manglar de playa El Retén, se elaboró un estudio para contabilizar la cantidad de árboles que se encontraban siendo afectados por las termitas.

Un manglar es un grupo de árboles, arbustos, matorrales, algunos helechos y/o palmeras donde el principal integrante es el árbol de mangle. El mangle es muy tolerante a la sal, por lo que vive en áreas lodosas donde se combina el agua de mar con el agua dulce que desemboca de ríos o quebradas, entre las líneas de marea alta y marea baja [4].

Los manglares se asocian con otros ecosistemas costeros, como los lechos de alga marina, los lechos de pasto marino, los arrecifes coralinos, entre otros. Aunque los manglares tengan capacidad de subsistir, su asociación con otros ecosistemas enriquece las funciones ecológicas cruciales, como la biodiversidad y el abastecimiento para la pesca ([5], [6]).

Los manglares pueden producir enormes cantidades de carbono en forma de hojarasca y, por lo tanto, poseen un alto potencial de almacenamiento. Si bien parte del carbono producido es almacenado dentro del manglar, una porción de este fluye hacia los ecosistemas aledaños gracias a las mareas. Este carbono también entra, de manera indirecta, a la red alimenticia mediante las especies que migran de los ecosistemas cercanos a los manglares, durante la marea alta, para alimentarse de los sustentos ofrecidos por los manglares. De esta forma, los manglares pueden mejorar el crecimiento y la producción de una diversidad de especies establecidas en los ecosistemas adyacentes ([7], [8]).

Los manglares, igualmente, influyen en la diversidad de especies, con un mayor número de especies donde los manglares se encuentran próximos a otros ecosistemas, como el caso de los arrecifes de coral. Los manglares también pueden mejorar la resistencia de los corales al brindar un refugio natural contra el estrés térmico producido por el cambio climático y la acidificación de los océanos [9].

Algunos estudios realizados en Panamá, específicamente en los manglares de Juan Díaz y Panamá Viejo, han detectado afectaciones asociadas a las inclemencias del fenómeno El Niño entre 2015-2016. Estos estudios incluyeron monitoreo de insectos, monitoreo de hongos y enfermedades, análisis

geográfico del área del manglar y monitoreo a través de imágenes aéreas del estado del manglar en toda la Bahía de Panamá, entre otros seguimientos. Mediante las campañas de medición que realizaron, también se reveló una gran cantidad de desechos sólidos domésticos e industriales dentro de los manglares, que asfixian sus sistemas de raíces o neumatóforos. Estas actividades generadas por el ser humano en las cuencas examinadas facilitan la rápida muerte del manglar [10].

Bajo esta perspectiva, debido a la importancia que tienen los manglares, una proliferación de termitas en este ecosistema podría ser determinante. Alarmados por la situación que podría sufrir la costa de playa El Retén, en el corregimiento de Monagrillo, distrito de Chitré, provincia de Herrera, se procedió a realizar una investigación que permitiera descubrir cuán infectado están los árboles en la zona de estudio.

La presente investigación da a conocer el porcentaje de árboles que se encuentran en la zona de estudio afectados por las termitas, así como también los no afectados y los que de una manera u otra no pudieron ser clasificados dentro de estas categorías.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se efectuó en la costa de la playa El Retén, corregimiento de Monagrillo, distrito de Chitré, provincia de Herrera. Con el apoyo del programa informático *Google Earth Pro*, se escogieron 3 localidades posibles de muestreo, considerando la accesibilidad de estos y la seguridad del equipo durante el estudio. Posteriormente, se procedió a recorrer las tres zonas para verificar la presencia de las áreas verdes mostradas por la aplicación y verificar la accesibilidad a las mismas. Se escogió aleatoriamente entre las zonas visitadas un sitio final de muestreo, con un área aproximada de 9,413.02 m², ver figura 1.a, donde todos los árboles presentes dentro del lugar fueron examinados. La cantidad de árboles examinados fue de 811 en la primera medición, 777 en la segunda medición, 762 en la tercera y cuarta medición. Como se explica en el primer párrafo de la sección 3 (Resultados y discusión) del presente artículo, la disminución de la cantidad de árboles examinados durante las mediciones se debió a la desaparición física de algunos árboles.

2.2 Muestreo de termitas

Se visitó la zona de muestreo, en una primera etapa, en la primera semana de noviembre del año 2018, una segunda etapa, a finales de abril del año 2019, una tercera etapa, a inicios de agosto del año 2019 y una cuarta etapa, a inicios de septiembre del año 2019. Los árboles se separaron en tres categorías según la presencia de las termitas:

- Con comején: Árboles con nidos o túneles presentes y presencia comprobada de termitas al realizar las incisiones, como se muestra en la figura 1.b.
- Sin comején: Árboles sin caminos, termiteros o rastros de presencia de la termita.

- Indeterminados: Árboles con nidos o túneles presentes, pero sin hallar la presencia directa del insecto (comején) cuando se realizaban las incisiones.

Se hizo una inspección meticulosa de cada uno de los árboles buscando termiteros y/o señales de daño por termitas. En caso de encontrar nidos, se realizaron incisiones en sus túneles a los 0.50 m, 1.00 m, 1.50 m y 2.00 m de altura en los troncos de los especímenes para rectificar la presencia de la termita, como se presenta en la figura 1.c. Para la identificación de cada árbol, se les asignó un número de acuerdo con el orden en que se examinaban. Los números fueron marcados en cada árbol con pintura a base de agua. Se utilizó el color rojo en los árboles con comején, el color blanco en los árboles sin comején y número blanco con un punto rojo debajo del número en los árboles clasificados como indeterminados. En la figura 1.d se muestra un ejemplo.



Figura 1. a) Proyección de Google Earth Pro del sitio final seleccionado para el muestreo en la costa de playa el Retén, provincia de Herrera. **Fuente:** Map data: Google, Maxar Technologies. b) Ejemplo de las inspecciones que se realizaron a cada árbol dentro del área de estudio. c) Detección de la presencia de termitas. d) Tronco de un árbol con túneles en la categoría de árboles con comején.

2.3 Identificación de especies vegetales

En la cuarta revisión, realizada a inicios de septiembre del año 2019, se procedió con la identificación de las especies vegetales en la zona de estudio utilizando una lista previa de especies de mangle y árboles costeros comunes de la costa pacífica de Panamá. La identificación fue realizada directamente en campo mediante la examinación de hojas, tronco y raíces de cada árbol dentro de la zona muestreada por un especialista en el área de botánica, como se aprecia en la figura 2.a.

2.4 Identificación de termitas

En la cuarta revisión, realizada a inicios de septiembre del año 2019, se tomaron 12 muestras aleatorias de termitas obreras y soldados pertenecientes a árboles clasificados como árboles con comején dentro de esta revisión. Las muestras fueron depositadas en tubos viales en alcohol al 94% para su posterior identificación como especie. Las termitas fueron identificadas con claves taxonómicas y comparación con colección de referencia en el laboratorio 507, edificio Tupper del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales por un especialista en el área de entomología, como se observa en la figura 2.b.

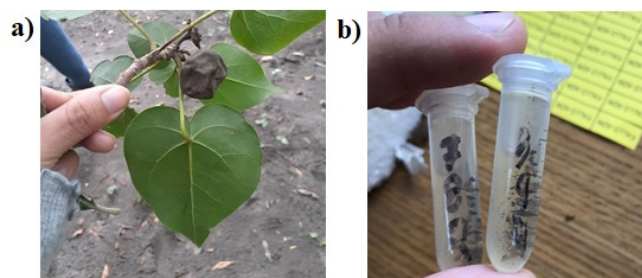


Figura 2. a) Muestra de hoja de la especie *Talipariti tiliaceum*. b) Muestras tomadas de árboles clasificados en la categoría de árboles con comején.

3. Resultados y discusión

Durante el primer muestreo se examinaron 811 árboles en total. Sin embargo, cabe resaltar que entre el segundo y tercer muestreo murieron 49 árboles de los clasificados en el primer muestreo. La muerte de varios árboles ocurrió debido a la tala.

En el primer muestreo, realizado en noviembre de 2018, se observó un número considerable de árboles con comején. Los árboles con comején, en esta primera medición, representan el 26% de la población muestreada. Por otra parte, el segundo muestreo, realizado en abril de 2019, presenta que un 14% de la población muestreada corresponde a árboles con comején, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de árboles clasificados de acuerdo con las categorías en las campañas de medición del noviembre 2018, abril 2019, agosto 2019 y septiembre 2019

Incidencia	Revisión N°1	Revisión N°2	Revisión N°3	Revisión N°4
Con Comején	207	112	152	170
Sin Comején	568	565	545	537
Indeterminados	36	100	65	55
Total	811	777	762	762

Igualmente, en la tabla 1 se resumen los resultados del tercer muestreo, realizado en agosto de 2019, donde se registra un incremento en el número y porcentaje de árboles con comején respecto a la segunda medición. Así, para esta tercera revisión, el porcentaje de árboles con comején representa el

20% de la población muestreada. Durante el cuarto muestreo, realizado en septiembre de 2019, la cantidad y porcentaje de árboles con comején sigue aumentando respecto a la segunda y tercera medición, correspondiendo a un 22% de la población muestreada.

Tomando en consideración la desaparición de árboles dentro de la zona de estudio y los cambios por los cuales transcurrieron los árboles estudiados, el porcentaje de árboles sin comején fue bastante similar en las 4 mediciones. Sin embargo, el porcentaje de árboles con comején sufrió una oscilación desde la primera medición a la cuarta medición. Dadas las diferentes épocas en que se realizaron los muestreos (finales estación lluviosa, finales estación seca, comienzo estación lluviosa, mediados estación lluviosa, respectivamente), no se descarta que una tal oscilación pueda deberse, en parte, por los ciclos de temperatura y humedad de los diferentes momentos del año en nuestro entorno tropical. Esto también tendría cierta congruencia con la oscilación encontrada en el porcentaje de árboles indeterminados desde la primera medición a la cuarta medición.

Otra de las estadísticas que pudimos recopilar, gracias a que los árboles eran marcados con número de identificación, son las cifras mostradas en la tabla 2. Como se muestra, la variación más representativa que encontramos fue que 72 árboles que habían sido clasificados “con comején” en la primera medición, para la segunda medición, al inspeccionar estos mismos árboles, encontramos que los insectos (comején) habían abandonado estos árboles. Es decir, estaban los nidos o túneles presentes, pero sin hallar la presencia directa del insecto (comején) cuando se realizaban las incisiones. De allí que estos 72 árboles pasaron de ser “con comején”, en la primera medición, a ser “indeterminados”, en la segunda medición.

Tabla 2. Variación de una categoría a otra desde la medición realizada en noviembre de 2018, hasta la medición realizada en agosto de 2019

Variación	Segunda medición con respecto a la primera	Tercera medición con respecto a la segunda	Cuarta medición con respecto a la tercera
Sin comején hacía indeterminado	4	4	5
Indeterminado hacía sin comején	7	19	2
Con comején hacía indeterminado	72	9	4
Indeterminado hacía con comején	1	27	16
Sin comején hacía con comején	0	29	10
Con comején hacía sin comején	16	2	6
Total	100	90	43

También se puede observar los otros cambios en la clasificación que sufrieron algunos árboles en la segunda medición respecto a la primera medición, donde también destacan 16 árboles que pasaron de ser “con comején” a ser “sin comején”

De forma similar, se muestran los cambios de clasificación que sufrieron algunos árboles estudiados en la tercera medición, realizada en agosto 2019, respecto a la segunda medición, realizada en abril 2019. Las variaciones más marcadas fueron de 29 árboles que pasaron de ser “sin comején” a ser “con comején”, 27 árboles que pasaron de ser “indeterminados” a ser “con comején” y 19 árboles que pasaron de ser “indeterminados” a ser “sin comején”. En este sentido, es remarcable que 56 árboles que no tenían la presencia del insecto en la segunda medición, en la tercera medición ya estaban poblados por el insecto. Estos datos son interesantes, tomando lo que se muestra en la figura 3 donde se observa que el porcentaje de árboles con comején tiene un aumento, del segundo muestreo al tercer muestreo, de 5.54%, mientras que el porcentaje de árboles indeterminados disminuyó en un 4.34% durante el mismo periodo.

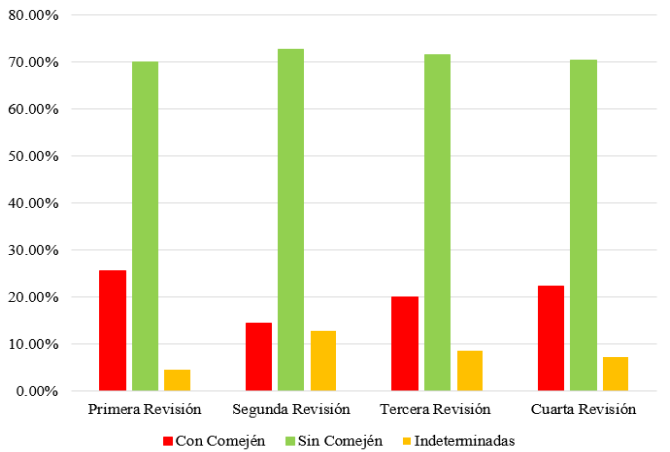


Figura 3. Comparación de resultados obtenidos entre el primer estudio, noviembre de 2018; segundo estudio, abril de 2019; tercer estudio, agosto de 2019, y el cuarto estudio, septiembre de 2019.

Respecto a las diferencias encontradas entre la cuarta medición, realizada en septiembre de 2019, respecto a la tercera medición, realizada en agosto de 2019, en la figura 3 se observa una continuación en el aumento del porcentaje de árboles clasificados “con comején” y una continuación en la disminución del porcentaje de árboles clasificados “indeterminados” y los clasificados “sin comején”. Se observa un aumento de 2.36% de los árboles clasificados “con comején”, una disminución de 1.05% de los árboles clasificados “sin comején” y una disminución de 1.51% de los árboles clasificados “indeterminados”. Esto muestra

congruencia con lo presentado en la tabla 2, donde los cambios más sobresalientes encontrados están los 16 árboles que pasaron de ser “indeterminado”, en la tercera medición, a ser “con comején”, en la cuarta medición, y los 10 árboles que pasaron de ser “sin comején”, en la tercera medición, a ser “con comején”, en la cuarta medición. Es decir que 26 árboles que no tenían la presencia del insecto en la tercera medición, en la cuarta medición estaban poblados por el insecto.

Durante la cuarta revisión, septiembre de 2019, también se realizó la identificación de especies vegetales y termitas de la zona estudiada. Los resultados de las especies vegetales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cantidad de árboles clasificados de acuerdo con las categorías según su especie durante la cuarta revisión, septiembre de 2019

Cantidad de árboles según su especie				
Especie	Sin Comején	Con Comején	Indeterminados	Total
<i>Avicennia germinans</i>	336	51	32	419
<i>Conocarpus erectus</i>	43	83	6	132
<i>Avicennia bicolor</i>	83	5	4	92
<i>Talipariti tiliaceum</i> var. <i>pernambucense</i>	59	17	12	88
<i>Laguncularia racemosa</i>	7	8	1	16
<i>Spondias purpurea</i>	4	2	0	6
<i>Azadirachta indica</i>	4	0	0	4
<i>Prosopis juliflora</i>	0	2	0	2
<i>Leucaena leucocephala</i>	0	2	0	2
<i>Morinda Citrofolia</i>	1	0	0	1

Las especies de mangle identificadas en la zona muestreada son el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle salado (*A. bicolor*), el mangle botón (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). La especie predominante de la zona muestreada es el mangle negro, representando el 56% de los árboles estudiados en la zona. Sin embargo, el mangle botón (*C. erectus*) tiene el mayor número de árboles habitados por el comején dentro de la población estudiada, correspondiendo al 49% de los árboles con comején de la zona estudiada, como se presenta en la figura 4.

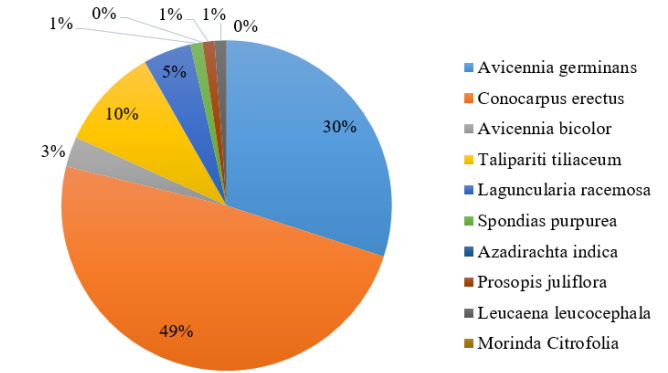


Figura 4. Comparación porcentual de árboles con comején según su especie.

De forma general, los árboles de mangle representan el 86% de la población muestreada. Por otra parte, aquellos que no son árboles de mangle representan el 14% de la población estudiada. Los porcentajes de árboles con comején entre los árboles de mangle y el resto de las especies vegetales costeras son similares, como se muestra en la figura 5.

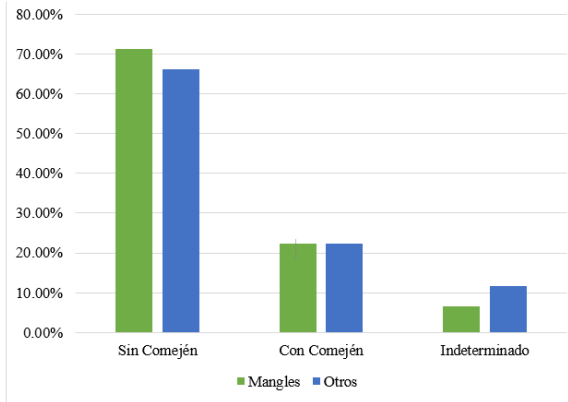


Figura 5. Comparación porcentual de árboles con comején según su especie.

Respecto a los resultados de las 12 muestras aleatorias de termitas tomadas de los árboles con comején, se encuentran representado el género *Nasutitermes*. Se identificaron 2 especies: *N. nigriceps* en 10 muestras y *N. ephratae* en las 2 muestras restantes.

En cuanto a los cambios observados en la segunda, tercera y cuarta medición, teorizamos que las variaciones en los datos obtenidos podrían ser, en parte, consecuencia de las variaciones de temperatura y humedad propias de los meses en que se realizó el estudio: noviembre de 2018, abril de 2019, agosto de 2019 y septiembre de 2019. Según el estudio realizado por Mamerto L. García y Günther Becker [11], se señala que la temperatura óptima para el desarrollo de las termitas es de 29° a 30°. Los datos suministrados por la empresa ETESA [12] indican que las temperaturas promedio durante los meses antes mencionados fueron de 27.8 °C, 29.4 °C, 28.4 °C y 27.8 °C, respectivamente. Con la data presente y

continuación de este proyecto, existe la posibilidad de estudiar la correlación entre el crecimiento de esta población y la fluctuación de temperatura y humedad dentro del ecosistema de manglar en playa El Retén.

Es importante destacar que, en conocimiento de las múltiples variables que pueden estar actuando en un problema tan complejo como el presentado en este artículo, los resultados presentados solo intentan establecer una medida estadística como primera aproximación. Es urgente poder continuar con el estudio de manera que se pueda ampliar el análisis de las variables involucradas, así como también ampliar el rango espacial y temporal del estudio.

4. Conclusiones

- En la zona estudiada, dentro de los manglares de playa El Retén, el porcentaje de árboles habitados por termitas fue de 26% en noviembre de 2019, 14% en abril de 2019, 20% en agosto de 2019 y 22% en septiembre de 2019.
- El mangle botón (*Conocarpus erectus*) es la especie vegetal con mayor cantidad de árboles habitados por el comején dentro de la zona estudiada.
- Se registraron dos especies de termitas (*N. nigriceps* y *N. ephratae*) asociadas a los árboles dentro de la zona estudiada dentro de los manglares de playa El Retén.
- Los árboles no habitados por termitas representan el mayor porcentaje de la muestra estudiada, durante todas las campañas de medición, mientras que el porcentaje de árboles habitados por las termitas tuvo un máximo de 26% en noviembre de 2019.
- Es importante continuar obteniendo información de esta zona para verificar si el número de árboles habitados por termitas va en aumento o no, si las variaciones encontradas obedecen al equilibrio dinámico que existe entre las poblaciones de termita y los árboles en el ecosistema de manglar o si dichas variaciones tienen alguna dependencia con otras variables como temperatura, humedad, precipitación, u otras, en el área de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al comité Pro Mejoras El Retén por su gran apoyo para la realización de este proyecto. Un especial reconocimiento y agradecimiento a la señora Dora Collado, al Ing. Hilario Castillo y al Dr. Gilberto Saavedra. Igualmente, agradecemos a los colaboradores de la Universidad Tecnológica de Panamá, del Instituto Smithsonian, de la Universidad de Panamá, de la Universidad Autónoma de Chiriquí y de SENACYT que realizaron valiosos aportes durante el estudio.

REFERENCIAS

- [1] A. Arcila, J. Abadía, R. Achury, F. Carrascal y M. Hernández. (marzo, 2013). "Manual para la identificación y manejo de termitas y otros insectos plagas de los cítricos en la región caribe de Colombia" 1era ed. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321576559_Manual_para_la_identificacion_y_manejo_de_termitas_y_otros_insectos_plagas_de_los_citricos_en_la_region_caribe_de_Colombia [Accedido: 23-may-2020]
- [2] Ó. Chaves. "¿Qué tipo de árboles prefiere consumir Nasutitermes?" Revista Pensamiento Actual, Universidad de Costa Rica Vol. 6, N.º 7, 2006. [En línea]. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/6663> [Accedido: 10-may-2019]
- [3] D. Bignell, Y. Roisin y N. Lo, "Biology of Termites" 2da ed. Dordrecht: Springer, 2011.
- [4] [ANAM-ARAP] Autoridad Nacional del Ambiente y Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. 2013. Manglares de Panamá: importancia, mejores prácticas y regulaciones vigentes. 1ra ed. Panamá: Editora Novo Art, S.A.
- [5] W. Cornforth, T. Fatoyinbo, T. Freemantle y N. Pettoirelli. (11-ene-2013) "Advanced Land Observing Satellite Phased Array Type L-Band SAR (ALOS PALSAR) to Inform the Conservation of Mangroves: Sundarbans as a Case Study" [En Línea]. Disponible en: <https://conservewildcats.org/wp-content/uploads/sites/5/WildCats/papers/remotesensing-05-00224-v2.pdf> [Accedido: 09-may-2019]
- [6] C.-F. Chen, N.-T. Son, N.-B. Chang, C.-R. Chen, L.-Y. Chang, M. Valdez, G. Centeno, C. A. Thompson y J. L. Aceituno, "Multi-Decadal Mangrove Forest Change Detection and Prediction in Honduras, Central America, with Landsat Imagery and a Markov Chain Model", Remote Sensing, vol. 5, n.º 12, pp. 6408--6426, 2013. doi: 10.3390/rs5126408
- [7] I. Valiela, J. L. Bowen y J. K. York, "Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments", Bioscience, vol. 51, n.º 10, p. 2001, 807--815. doi: 10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2
- [8] B. B. Walters, P. Rönnbäck, J. M. Kovacs, B. Crona, S. A. Hussain, R. Badola, J. H. Primavera, E. Barbier y F. Dahdouh-Guebas, "Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: A review", Aquatic Botany, vol. 89, n.º 2, pp. 220--236, 2008. doi: 10.1016/j.aquabot.2008.02.009
- [9] C. Vaiphasa, W. De Boer, A. Skidmore, S. Panitchart, T. Vaiphasa, N. Bamrongrugsy y P. Santitamnont, "Impact of solid shrimp pond waste materials on mangrove growth and mortality: a case study from Pak Phanang, Thailand", Hydrobiologia, vol. 591, n.º 1, pp. 47--57, 2007. doi: 10.1007/s10750-007-0783-6
- [10] "Revelan resultados de estudio de manglares", Ciudad del Saber. [En línea]. Disponible en: <https://ciudadelsaber.org/revelan-resultados-de-estudio-de-manglares/> [Accedido: 17-ago-2020]

- [11] M. L. Garcia y G. Becker, "Influence of temperature on the development of incipient colonies of *Nasutitermes nigriceps* (Haldemann)", *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, vol. 79, nº 1-4, pp. 291-300, Diciembre-Enero 1975. doi: 10.1111/j.1439-0418.1975.tb02344.x
- [12] "Datos Diarios - Hidrometeorología de ETESA", *Hidromet.com.pa*. [En línea]. Disponible en: http://www.hidromet.com.pa/datos_diarios.php [Accedido: 30-sep-2019]